

# A PROCURA E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS TRANSPORTES

Filipe Moura, José M. Viegas  
CESUR - Instituto Superior Técnico  
Lisboa - Portugal

[fmoura@ist.utl.pt](mailto:fmoura@ist.utl.pt)

Sociedade Portuguesa de Física  
Conferência "As Energias do Presente e do Futuro"  
Lisboa, **22 Novembro 2005**

# FRENTES DE GANHO DE EFICIÊNCIA NOS TRANSPORTES

- ❑ *Tecnologias da Oferta*
  - não mudam os padrões de mobilidade nem os comportamentos dos condutores, mas o consumo por pass.km (ou ton.km) é reduzido quer no transportes de passageiros quer no de mercadorias, respectivamente.
- ❑ *Gestão da Procura, dos Fluxos e dos Comportamentos* Influenciar as escolhas de mobilidade de pessoas e mercadorias, por forma a mudar os padrões de mobilidade
  - Modificar os comportamentos dos condutores para tirar melhor partido dos recursos (sem modificar os padrões de mobilidade)
- ❑ Não se trata de escolher qual destas frentes atacar, mas sim qual a melhor contribuição de cada uma delas em cada contexto

# ALÉM DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

- ❑ A Política de Transportes tem de atender a outros objectivos além da eficiência energética
  - *Eficiência económica do sistema de transportes*
    - Do lado da produção (interna aos transportes, engloba a energética)
    - Do lado do consumo (relativa à sociedade em geral, representa a repercussão dos transportes sobre a eficiência das actividades económicas e sociais)
  - *Equidade* (coesão social)
  - *Sustentabilidade ambiental*
- ❑ A busca de eficiência energética pode ter de ser atenuada para atender a alguns desses objectivos

# INSTRUMENTOS DE INTERVENÇÃO SOBRE A PROCURA

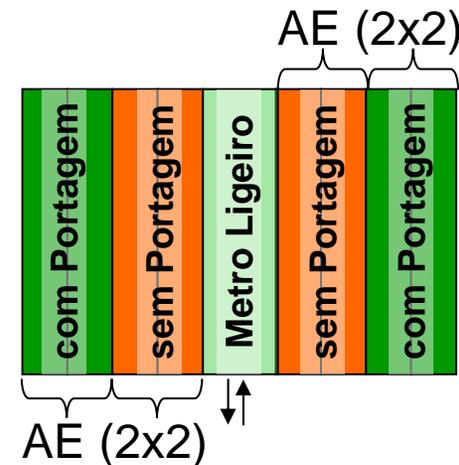
- *Quatro famílias de instrumentos*
  - Preços
  - Regulamentos
  - Informação
  - Usos de Solo
  
- *Perante sistemas complexos e com múltiplas ofertas, as intervenções mais eficazes são as que recorrem conjuntamente a vários instrumentos*
  
- *A consideração de outros objectivos obriga frequentemente a intervenções mais complexas*

# ONDE PROCURAR OS GANHOS DE EFICIÊNCIA (do lado da procura)

- ❑ *Com Transferência de Modo* (para outro ou combinação de outros, com maior eficiência)
- ❑ *Dentro do mesmo modo*
  - Melhor ocupação dos veículos
  - Redistribuição dos tempos de mobilidade (redistribuição temporal dos fluxos)
    - Reduzindo cargas excessivas na rede (situações de congestionamento), atingem-se melhores desempenhos aumentando fluidez e a velocidade média dos veículos e assim reduz-se a intensidade energética dos mesmos.
- ❑ *Redução / Substituição da Mobilidade*

# EXEMPLOS DE INTERVENÇÃO SOBRE A PROCURA – TRANSFERÊNCIA MODAL (I)

- ❑ Adopção de preços que reflectam a totalidade dos custos ocasionados por cada modo (*internalização dos custos externos*)
  - portagens sobre camiões na Suíça, Alemanha e Áustria → parece não estar a induzir transferência modal mas apenas melhor ocupação dos camiões
- ❑ Além disso, adopção de *preços que reflectam a escassez dos recursos* (i.e. congestionamento) com uma componente indexada ao custo marginal
  - portagem urbana em Londres e em Singapura
- ❑ Com *regulamentos de racionamento limitativo*
  - Ecopontos na passagem do Brenner (Áustria);
  - Matrículas: Par / Impar (Atenas) ou Rodízio (São Paulo, Belo Horizonte) → perda de eficácia após poucos anos
- ❑ *Com informação sobre as ofertas de outros modos, mostrando o seu desempenho comparativo e facilitando a sua utilização eficiente*
  - Painéis de informação sobre tempos de viagem TC / TI nas AE junto dos P&R;
  - Eixo metro ligeiro / AE portajada / AE grátis em San Diego



# EXEMPLOS DE INTERVENÇÃO SOBRE A PROCURA – TRANSFERÊNCIA MODAL (II)

- ❑ Para conseguir algum sucesso na Transferência Modal é preciso que o *modo “receptor” tenha um desempenho satisfatório*
- ❑ Face à clara dominância do modo rodoviário e à variedade de circunstâncias em que se processam as escolhas das pessoas, não faz mais sentido pressionar para a transferência modal permanente, mas sim para a *Alternância Modal*
  - Em cada dia, opção por modo individual ou colectivo consoante a complexidade da agenda diária
  - Implica modificação dos regimes tarifários do TC
    - Passe de  $n$  dias, e não de um mês para uso consecutivo
    - Adoptando títulos unificados para a tarifação da mobilidade num e noutro modo (transporte em TC & estacionamento em TI)
  - Com tecnologia apropriada, os próprios preços podem vir a estimular este tipo de comportamento

# EXEMPLOS DE INTERVENÇÃO SOBRE A PROCURA – OCUPAÇÃO DOS VEÍCULOS

- ❑ *Portagens significativas e incidentes sobre a capacidade do veículo* (não sobre a sua ocupação em cada momento)
  - Portagens sobre camiões na Suíça, Áustria e Alemanha
  - Portagens sobre ligeiros demasiado baixas para ocorrer este efeito
- ❑ *Direito de acesso a corredores reservados TC (BUS) / redução ou isenção de portagens a veículos ligeiros com ocupação “elevada”*
  - Dificuldades de verificação e “enforcement”
- ❑ *Esquemas de Car-pooling*
  - Nos moldes tradicionais tem-se revelado frágil face à variedade das agendas individuais
  - Em curso investigação sobre regime de super-pool (clube de car-pools com re-indexação de viajantes, apoiado por gestão de informação sobre requisitos e disponibilidades)

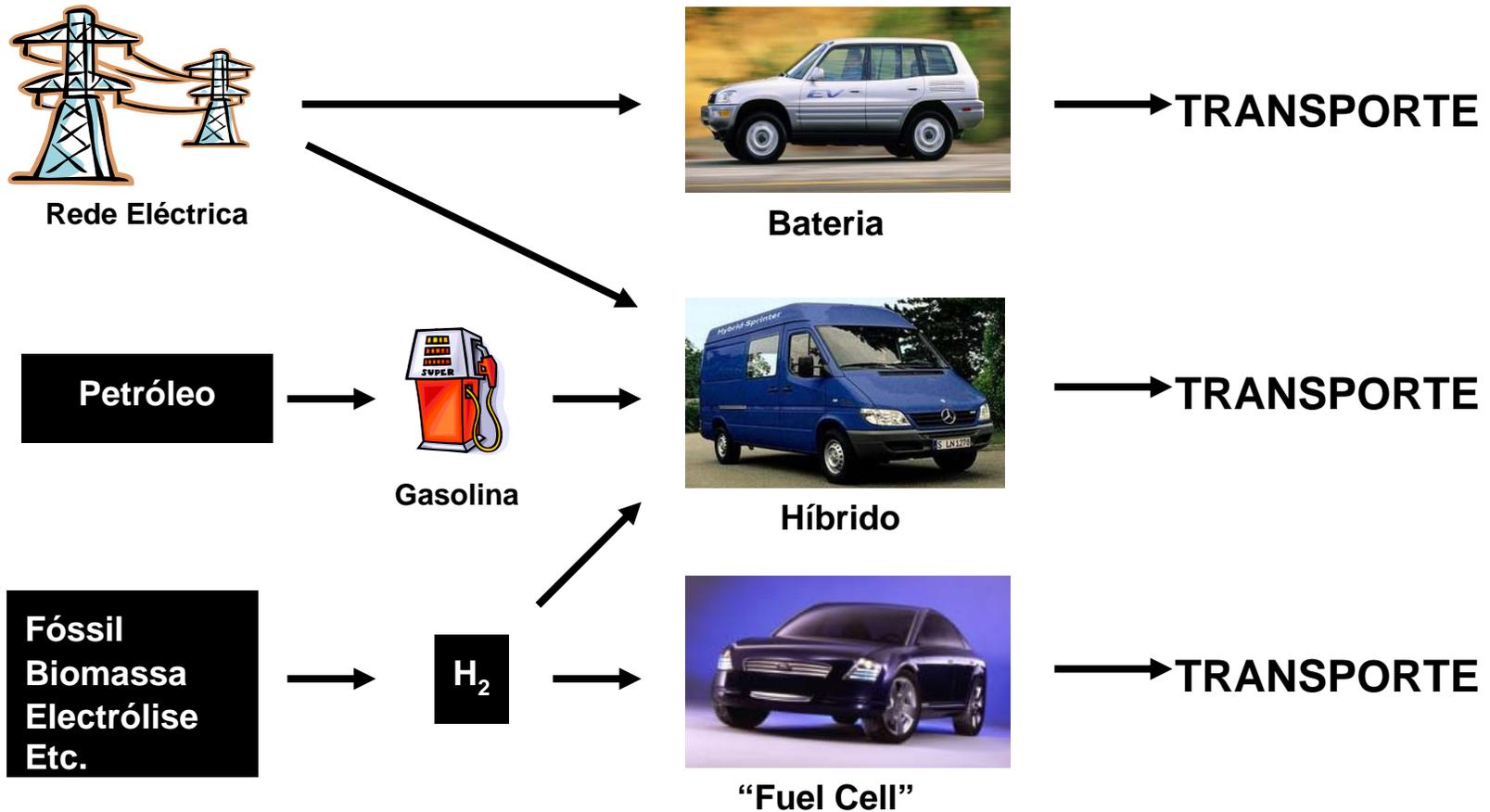
# EXEMPLOS DE INTERVENÇÃO SOBRE A PROCURA – REDISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS DA MOBILIDADE

- ❑ *Preços diferenciados consoante o horário de uso*
  - Portagens ao domingo à tarde a norte de Paris; Tarifas de TC variáveis hora de ponta / fora de ponta (Santiago Chile, Washington)
  
- ❑ *Preços variáveis consoante o nível de congestionamento*
  - Em tempo real, com informação prévia (Web) e no momento da escolha
  - Autoestradas em San Diego, Toronto, etc.
  
- ❑ *Racionamento limitativo*
  - Sistemas de capacidade finita com obrigação de reserva prévia
    - Adoptados há muito tempo nos TC de longo curso, facilmente aplicável para secções críticas da rede viária interurbana (túneis, pontes, etc.)
    - Preços variáveis consoante nível de procura dos vários períodos (yield management)

# EXEMPLOS DE INTERVENÇÃO SOBRE A PROCURA – REDUÇÃO / SUBSTITUIÇÃO DA MOBILIDADE

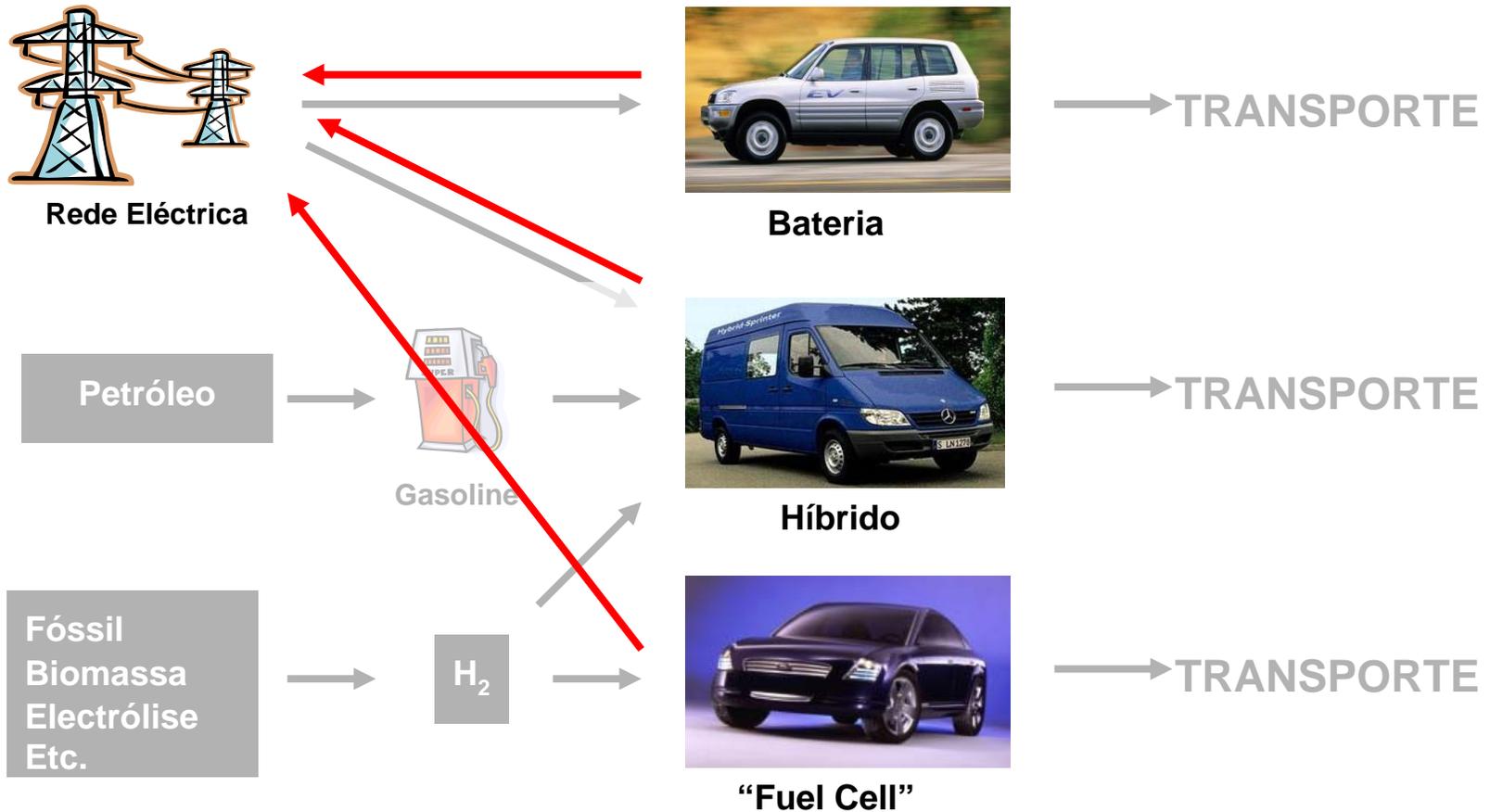
- Pela *concentração de funções em locais muito próximos* (deslocação a pé entre eles), desejavelmente bem servidos pelo TC
  - Centros Comerciais
  - Transit Oriented Development / Densificação Selectiva proposta no PDM de Lisboa
  - Planos de Mobilidade de Bairros
  
- Pela *Mobilidade Virtual*
  - Eficaz sobretudo para (algum) trabalho, compras, (alguma) cultura e lazer
  - Pode implicar outra mobilidade em substituição (caso das compras) ou mesmo em acréscimo face à libertação de tempo (pendulação mais longa, mais projectos) e ao estímulo à curiosidade (viagens de lazer mais longínquas)

# COMPLEMENTARIDADE POTENCIAL ENTRE OS TRANSPORTES E OS SISTEMAS ENERGÉTICOS – Conceito de “VEHICLE-TO-GRID” (I)



Fonte: <http://www.udel.edu/>

# COMPLEMENTARIDADE POTENCIAL ENTRE OS TRANSPORTES E OS SISTEMAS ENERGÉTICOS – Conceito de “VEHICLE-TO-GRID” (I)



Fonte: <http://www.udel.edu/>

# COMPLEMENTARIDADE POTENCIAL ENTRE OS TRANSPORTES E OS SISTEMAS ENERGÉTICOS – Conceito de “VEHICLE-TO-GRID” (II)

- ❑ Os factos que suportam o conceito de “Vehicle-to-grid” (“Veículo-para-a-Rede”)
  - Os automóveis estão parados 93 a 96% do tempo
  - Autonomia do VE  $\approx$ 150 km; Distância média diária  $\approx$  32km
    - ⇒ Resta energia suficiente em muitos dos veículos que pode ser útil para outras funções.
  - Nos EUA, estima-se que a potência total instalada na frota automóvel é 4 vezes superior à potencia total instalada nos sistemas energéticos.
- ❑ Potencial significativo de energia e capacidade disponível para uma dupla funcionalidade dos veículos: serviços de transportes e de energia

# COMPLEMENTARIDADE POTENCIAL ENTRE OS TRANSPORTES E OS SISTEMAS ENERGÉTICOS – Conceito de “VEHICLE-TO-GRID” (III)

- V2G pode ser rentável para o proprietário do veículo e competitivo, face às soluções existentes (turbinas a gás ou centralisa carvão) em determinados mercados:
  - os serviços de despacho da rede (regularização de freq. e tensão),
  - os períodos de pico de procura e
  - na compensação de falhas de geração, recorrendo às reservas girantes.
- A competitividade do V2G depende fortemente dos custos de capital dos veículos com propulsão eléctrica e das respectivas infra-estruturas de transportes de combustível e abastecimento, nomeadamente os veículos com pilhas de combustível.

# CONCLUSÕES

- ❑ Estão disponíveis *múltiplos instrumentos de gestão da procura e dos fluxos de transportes*
  - Com potencial significativo de aumento da eficiência energética
  - A eficácia pode ser aumentada por conjugação de medidas
  - Mas as intervenções que pretendem mudar os comportamentos são sempre susceptíveis de encontrar resistência popular porque envolve muitas escolhas estruturais (locais de residência e trabalho) e os comportamentos foram adaptadas ao sistema de transportes
- ❑ O que mais tem *faltado é uma política coerente e estável de transportes*, que permita definir orientações estratégicas e atacar estas questões com intervenções conjugadas dos vários agentes
- ❑ A preocupação tem sido em *minimizar o consumo de energia pelo sistema de transportes*
  - Poderemos assistir a uma nova realidade em que o sistema de transportes possa contribuir para a eficiência do sistema de energia, não só reduzindo a intensidade do seu consumo, mas também servindo como gerador complementar de energia (nomeadamente contribuindo para a *descentralização da geração de energia*).
  - Um efeito indirecto do V2G seria a difusão mais rápida dos veículos alternativos (com propulsão eléctrica) que são mais eficientes do ponto de vista energético e também ambiental.